

補助事業番号 2018M-110

補助事業名 平成30年度トンネル電流計測を利用した単一分子機械の創案と開発補助事業

補助事業者名 東京工業大学 西野 智昭

1 研究の概要

本事業では、規定された機械的な仕事を行う単一分子素子、すなわち単一分子機械を開発することを目的とする。単一分子素子の評価に広く用いられている電極ギャップに分子を補足し、機械的動作をトンネル電流を指標として検出する。単一分子機械の動作原理には超分子化学の分子認識を利用する。ゲスト分子と、これを認識するホスト分子とを組み合わせ、超分子を形成させる。さらに認識サイトを複数用い、ゲスト分子を移動させることによって機械動作を実現する。これにより、初めての単一分子機械を開発し、単一分子デバイスに革新的な進展をもたらす。

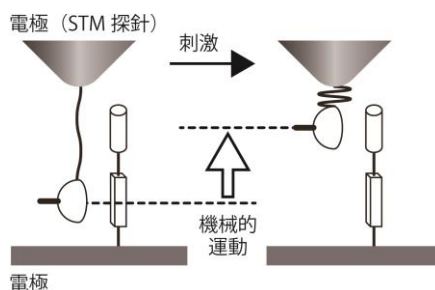
2 研究の目的と背景

本事業では、超分子化学の分子認識を利用し、初めての単一分子機械を開発する。すなわち、複数の認識サイトが隣接する直線状分子と、その認識サイトに共通して結合するゲスト分子を用いる。ゲスト分子は、当初最も結合定数の高い認識サイトに結合するが、酸化還元や光などの外部刺激によって、その認識サイトの分子認識能を消失させると、ゲスト分子は他の認識サイトに移動（シャトリング）し、その結果、運動機能が発現される。上記の原理は、溶液中における分子機械における機械的動作を実現するために広く用いられており、本研究においてもこれらの知見を活用する。

事業者はこれまで走査型プローブ顕微鏡（SPM）に立脚して単一分子化学を研究してきた。特に、STMの分子探針を創案、開発し、単一分子-単一分子間の相互作用を直接検出する手法を開発した。本事業はこれらの豊富な実績に立脚し、初めての単一分子機械を創製する。

3 研究内容

(1) 単一分子機械の開発(<http://www.chemistry.titech.ac.jp/~kiguti/Mem/nishino/nishino.html>)



本事業で開発する単一分子機械の模式図

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本事業は、単一分子デバイスに革新的な進展がもたすものと期待される。一例として、単一分子機械により他の単一分子の構造や機能を柔軟に制御できるようになる。

マイクロスケールのアクチュエーターの開発によってMEMSが大きく展開され、今日の産業的成功をもたらしたように、本事業で開発する単一分子のアクチュエーター(単一分子機械)の開発によって、MEMSと同様に様々な機能を有する分子デバイスが単一分子レベルで実現され、将来的に多岐にわたる産業を創出できるものと期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

事業者はこれまで、走査型トンネル顕微鏡(STM)に立脚した単一分子化学について研究を行ってきた。特に、STMの探針を化学的に修飾し機能化した分子探針を創案し単一分子に対する種々の新規計測法を開発した。最近では、分子探針を用いた、単一分子ー単一分子間に生起する電子移動の直接検出法を開発した。これにより、フラーレン分子探針、および基板上に固定したポルフィリンを試料として用い、両者に電荷移動相互作用が形成される際の単一分子間における電子移動を直接計測することに成功した。その他にも水素結合、配位結合や生体内分子認識等、多岐にわたる相互作用を介した単一分子間における電子移動を計測し、明らかにした。本事業は、これまで開発した単分子間電子移動の検出法を発展させ、単一分子アクチュエーターへと展開したものである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

"Highly reproducible formation of polymer single-molecule junction for well-defined current signal"

T. Harashima, Y. Hasegawa, S. Kaneko, M. Kiguchi, T. Ono, T. Nishino
Angew. Chem. Int. Ed. 印刷中.

7 補助事業に係る成果物

- (1)補助事業により作成したもの
- (2)(1)以外で当事業において作成したもの

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京工業大学理学院(トウキョウコウギョウダイガクリガクイン)

住 所： 〒152-8551

東京都目黒区大岡山2-12-1-W4-11

担 当 者： 准教授 西野 智昭(ニシノ トモアキ)

担 当 部 署： 化学系(カガクケイ)

E - m a i l: tnishino@chem.titech.ac.jp

U R L: <http://www.chemistry.titech.ac.jp/~kiguti/>